Costruisci il tuo

LABORATORIO

e pratica subito con

L'ELETTRONICA

n. 3 - L. 12.900 - 6,66 euro

TEORIA

- Il diodo e il transistor

DIGITALE

- Quadrupla porta NAND
- Il codice binario
- Temporizzatori con porte

CONTROLLO

- Luci alternate
- Temporizzatore con transistor

TECNICA

- La saldatura facile

LABORATORIO

- Piastra per prototipi

IN REGALO in questo fascicolo:

1 Piastra per prototipi
6 Viti
1 Circuito integrato 4011
1 Resistenza 1M 5% 1/4W
1 Condensatore elettrolitico 2,2µF/25V
2 Transistor BC548
1 m Cavo azzurro
40 cm Cavo giallo
80 cm Cavo verde

COSTRUISCI CON NOI IL TUO LABORATORIO PER REALIZZARE 100 ESPERIMENTI

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

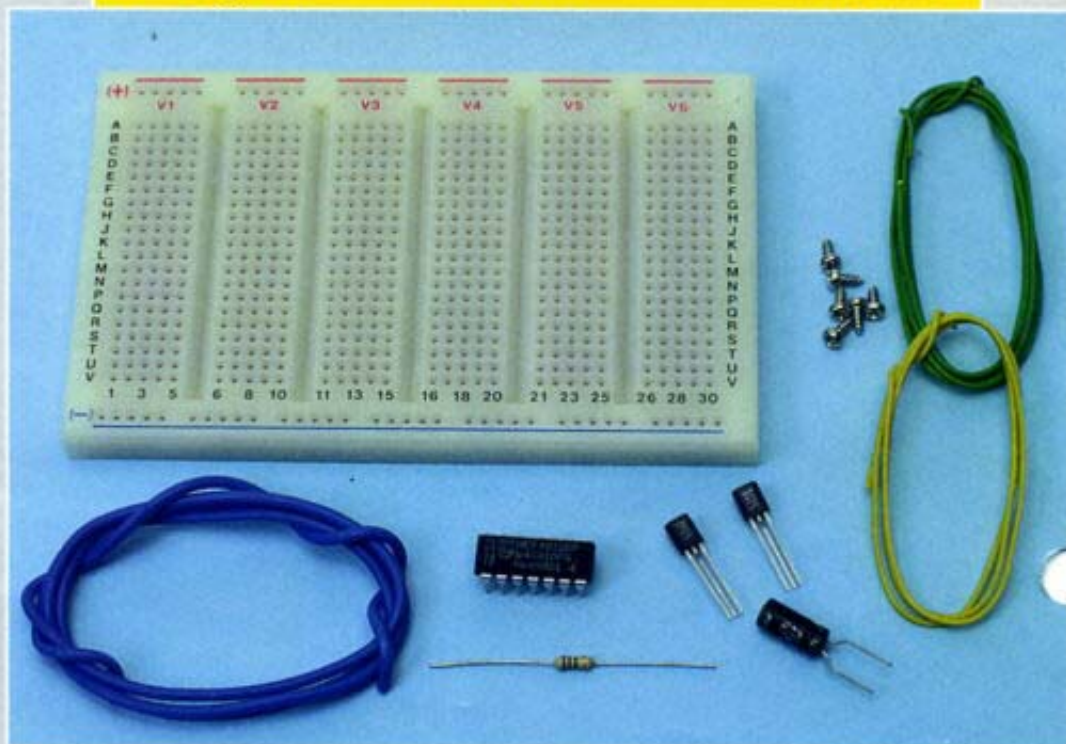
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

1 Piastra per prototipi
6 Viti
1 Circuito integrato 4011
1 Resistenza 1M 5% 1/4W
1 Condensatore elettrolitico 2,2µF/25V
2 Transistor BC548
1 m Cavo azzurro
40 cm Cavo giallo
80 cm Cavo verde

In questo numero viene fornita la piastra principale per la realizzazione dei prototipi, e inoltre i due primi cavi del colore necessario per costruire i cavetti di interconnessione dei componenti nella stessa piastra, o fra questa e i contatti tipo molle situati nel pannello frontale.

Il diodo e il transistor

Il diodo semiconduttore e il transistor sono la base del grande avanzamento dell'elettronica attuale.

Prima che fossero utilizzati i semiconduttori l'elettronica aveva già molta importanza, in quei tempi si usavano le valvole a vuoto. Qualcuno ricorderà le grandi radio e anche le prime televisioni in bianco e nero degli anni '60. Le valvole a vuoto funzionavano bene, ma avevano un grosso inconveniente: la loro dimensione. Si arrivò a fabbricare valvole chiamate miniatura, benché la loro dimensione fosse sempre grande. Si conoscevano già i materiali semiconduttori, tuttavia non si erano ottenuti grandi risultati né applicazioni pratiche in elettronica.

Il primo materiale semiconduttore utilizzato per la fabbricazione industriale di transistor fu il germanio; molti ancora ricorderanno le capsule argentate dei transistor AC126 o AC188, che tuttavia è possibile trovare all'interno di qualche radio transistorizzata dei primi tempi. Attualmente il germanio non viene utilizzato per la fabbricazione dei transistor, ma per la fabbricazione dei diodi che si utilizzano negli apparecchi radio, come quelli della famiglia OA90. Il silicio è il materiale semiconduttore più usato per la fabbricazione dei transistor e dei circuiti integrati.

Diodo di germanio, la sua capsula trasparente permette di osservare il suo interno (dimensione reale 7 mm di lunghezza).

L'unione PN

Non si utilizzano materiali semiconduttori allo stato puro. A partire da un pezzo di materiale semiconduttore di uno straordinario grado di purezza, aggiungendo una piccola quantità di impurità tipo P e un'altra quantità tipo N, si ottiene un'unione PN. Gli effetti interni di corrente che si generano in questo dispositivo permettono la circolazione di corrente in un determinato senso, dall'anodo al catodo, dipendendo dalla tensione applicata negli estremi e dalla polarità.

Il diodo è formato da un pezzo di semiconduttore con una zona N e un'altra P, due terminali di collegamento e una capsula che lo protegge.

Il diodo

Il diodo è un dispositivo che conduce corrente in un determinato senso, ma perché questo succeda bisogna superare una certa tensione, denominata corrente di soglia, al di sotto della quale non si ha conduttività.

La tensione di soglia di un diodo di germanio è di 0,2 V; questi diodi sono utilizzati per correnti molto piccole. Per il silicio la soglia è di 0,6 V; ci sono diodi di silicio di vari tipi, i rettificatori della famiglia 1N4000 conducono correnti fino a 1 Ampere, ma possono condurre picchi di corrente molto più elevati per brevi istanti. Oggi disponiamo di diodi che conducono migliaia di Ampere. Il diodo semiconduttore è formato da un'unione PN, i corrispondenti terminali collegati a que-

Il transistor ha tre zone che corrispondono al collettore, alla base e all'emettitore, in questo caso è del tipo NPN.

Il diodo e il transistor

ste zone e una capsula di protezione.

Gli inizi

La grande avanzata dell'elettronica moderna cominciò nell'anno 1947, quando i ricercatori Bardeen e Brattain fecero conoscere i loro studi sul transistor, dispositivo semiconduttore che permetteva l'amplificazione dei segnali elettrici, con il vantaggio che funzionava con tensioni continue molto basse e scarsa temperatura. Ben presto si fecero passi da gigante e cominciò la grande carriera dell'elettronica moderna, i transistor divennero molto piccoli e si passò alla fabbricazione di circuiti integrati.

Dettaglio molto ingrandito di un transistor di potenza, il 2N3055. In questo caso si è ritirata la capsula di protezione. La dimensione del chip è di circa 5x5 mm.

Altro avanzamento parallelo fu quello dei computer, sui quali già c'erano teorie molto avanzate, ma l'hardware era rimasto alle valvole e non progrediva. La dimensione del transistor ha permesso la fabbricazione dei primi computer di dimensioni ragionevoli, quelli che via via incorporavano costantemente nuove tecnologie e materiali, fino a ottenere i potenti computer attuali. Il computer che si utilizza oggi nelle case era impensabile fino a mezzo secolo fa.

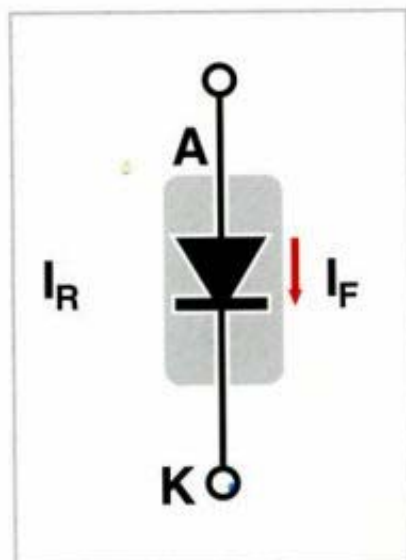
Il transistor

Tutti i transistor hanno la stessa costituzione di base, due unioni PN, disposte in una forma che consta di due zone tipo N separate da una zona stretta tipo P, per cui avremo un transistor tipo NPN, o due zone tipo P separate da una zona, altrettanto stretta, tipo N, in questo caso abbiamo un transistor PNP. Benché di base siano uguali, il senso di circolazione di corrente negli stessi è opposto e i circuiti dove vengono utilizzati sono diversi. Il transistor è parte di qualsiasi dispositivo elettronico attuale, sia in modo individuale che facendo parte di circuiti integrati. Esiste una gran varietà di transistor: di bassa, media e grande potenza, per utilizzazione in bassa frequenza, microonde, radiofrequenza eccetera. Questo tipo di transistor è chiamato bipolare, benché ci siano altri dispositivi simili che hanno altri nomi che conosceremo poco a poco.

Cambiando il tipo di zona si ottiene l'altro tipo di transistor, PNP.

I circuiti integrati

I circuiti integrati devono il loro nome al fatto che integrano una gran quantità di transistor. Il grado di integrazione di un circuito integrato si misura dalla quantità di transistor che incorpora, e non sono solo tre o quattro, possono essere migliaia. Basta pensare a un microprocessore Pentium o a una memoria di un com-

Il diodo e il transistor

Corrente del diodo, in diretto IF e in inverso IR.

puter, di transistor se ne trovano a decine di migliaia.

Il chip

Per costruire transistor, o circuiti integrati, dobbiamo disporre di silicio di straordinaria purezza. Il silicio depurato ha forma cilindrica di circa 5 cm di diametro; prima di iniziare la diffusione sulle impurità di tipo P o tipo N si taglia in piccole rondelle. Su ogni rondella, prima di tagliarla, si formano diversi transistor o circuiti integrati, applicando successivi strati di impurità, ossidazioni o metallizzazioni.

Una volta finalizzato il procedimento si inizia a tagliare a pezzi, per separare ogni transistor o circuito integrato. A ognuno di questi frammenti si dà il nome di "chip", perché è un pezzo piccolo di materiale, che poi dobbiamo attaccare a un supporto e collegare ai terminali, tre nel caso di transistor, molti di più se si tratta di un circuito integrato. Già ci appare chiaro che la parola chip si applica al pezzo di silicio che forma il "cuore" di un semplice transistor, o quello di un sofisticato circuito integrato, che può raggiungere una dimensione abbastanza grande.

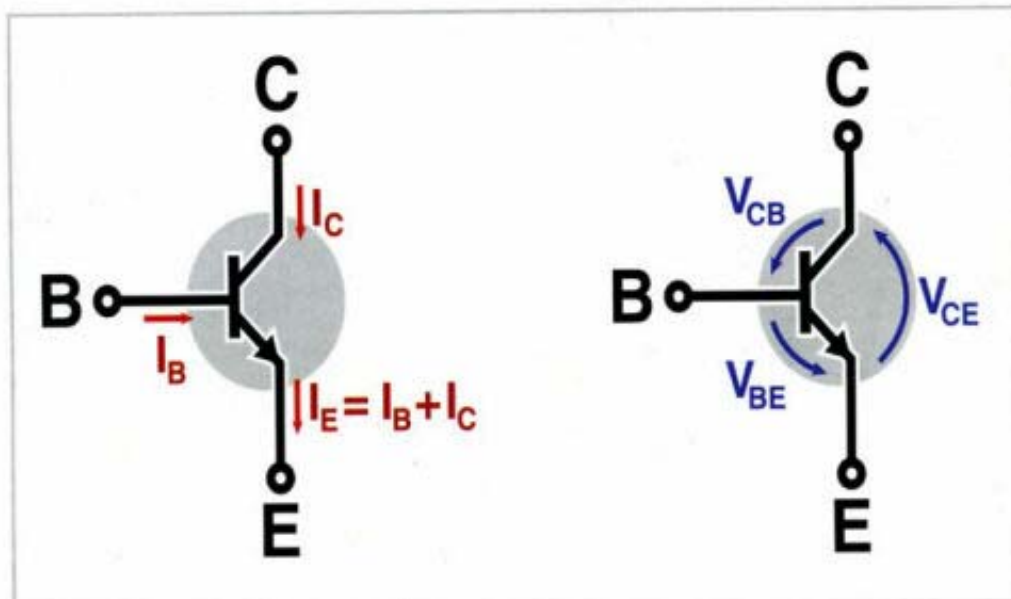
L'interno

Il materiale base da cui si parte è una porzione della rondella di silicio, sopra la quale si costruiscono molti transistor uguali. Sopra questi si applicano delle maschere molto precise, che lasciano delle aperture corrispondenti ai collettori dei transistor, e che si introducono in un forno a diffusione ad alte temperature, dove si realizza una diffusione di impurità tipo N, con cui si forma la zona del collettore del transistor. In seguito si applica una maschera più stretta, si introduce nel forno e si applicano le impurità di tipo P, ma queste penetreranno poco nel materiale. Si torna a ripetere il procedimento ma con una maschera più chiusa e si diffondono di nuovo impurità del tipo N.

In seguito si applica una maschera di metallizzazione e si diffonde alluminio, creando una zona di metallizzazione per i terminali. L'unione PN collettore/base è il limite della zona N che forma il collettore e P che forma la base. Questa superficie è molto più grande dell'unione PN che forma la base con l'emettitore.

Le capsule

Le capsule dei transistor hanno lo scopo di sostenere i terminali e il chip semiconduttore; l'unione fra i due si realizza con finissimo filo d'oro o altro materiale conduttore.

Questa capsula, soprattutto quando si tratta di transistor di

Tensioni e corrente in un transistor NPN.

Il diodo e il transistor

potenza, ha una dimensione elevata ed è metallica per favorire la dispersione del calore generato nel chip semiconduttore, ed è anche provvista di fori per sostenersi a diffusori di alluminio di grandi dimensioni.

I circuiti integrati hanno un gran numero di transistor al loro interno.

Potenza

Benché lo studio dettagliato del transistor possa riempire pagine e pagine, spieghiamo in dettaglio solo il funzionamento di base del transistor come amplificatore di corrente. Se abbiamo un transistor NPN possiamo applicare una tensione fra il collettore e l'emettitore, intercalando una resistenza fra il collettore del transistor e il positivo di alimentazione, collegando l'emettitore al negativo di questa alimentazione. Realizzato questo si può misurare la corrente e verificare che è nulla.

Distribuzione di terminali di transistor di uso corrente.

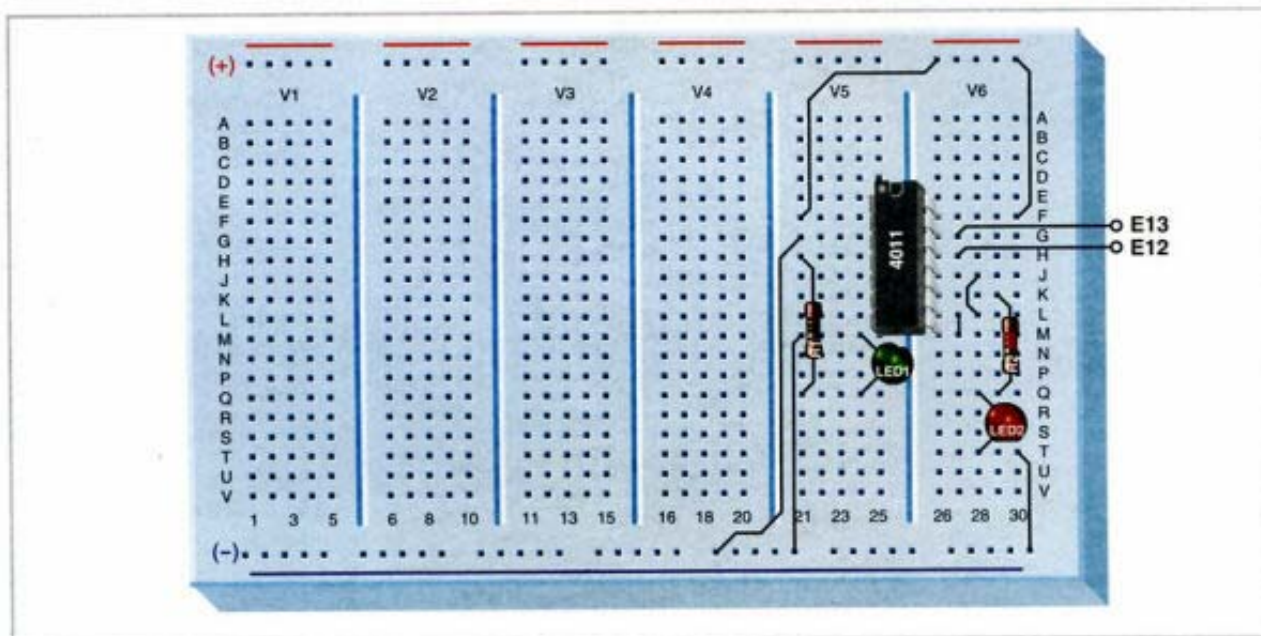
Tuttavia, se applicassimo una corrente di base vedremmo che comincia a circolare corrente attraverso il collettore, ma la corrente di base è molto piccola e quella del collettore è molto più grande. Se applichiamo una piccola corrente alla base, la stessa compare nel collettore, ma amplificata, ed esiste una certa proporzionalità che chiamiamo ß. Questa ß (o beta) è il fattore di amplificazione del transistor, che dipende dal tipo di questo e dalla corrente del collettore, e che diminuisce all'aumentare della corrente del collettore.

I piccoli transistor di uso corrente hanno un ß di 200, con circa 10 mA di corrente del collettore; per transistor di potenza si può abbassare il ß fino a 10 quando la corrente raggiunge vari Ampere. Per ottenere valori molto alti, la larghezza della base deve essere la più piccola possibile. Quello detto fino ad ora è valido per transistor NPN.

Nei transistor PNP succede lo stesso, ma in questo caso il negativo dell'alimentazione si collega al collettore.

Quadrupla porta NAND

Il circuito integrato 4011 ha al suo interno quattro porte NAND con due entrate ciascuna.

> *I circuiti con porte logiche si verificano facilmente*

E' molto facile realizzare e verificare montaggi pratici utilizzando circuiti integrati logici. Pertanto, si possono fare esperimenti con questi senza alcun problema. È buona regola provare i circuiti integrati prima di inserirli nei montaggi. Andiamo a iniziare il nostro cammino nell'elettronica digitale con un circuito integrato della famiglia CMOS, il 4011, che contiene 4 porte NAND, le quali non sono che porte AND seguite da un invertitore (vedere cerchietto in uscita). Questa famiglia di circuiti ammette un grande margine di tensione di alimentazione, tra 5 e 15 V, il che la rende molto adatta per i nostri progetti, si può alimentare a 9 V, tensione scelta per il nostro laboratorio.

Identificazione

Prima di iniziare l'esperimento bisogna conoscere alcune caratteristiche del circuito integrato. Se lo guardiamo ha l'aspetto di uno scarafaggio, parola dello slang elettronico, con 14 piedini, disposti in due file parallele e opposte. Verificheremo che hanno stampato il numero 4011, benché prima e dopo ci siano molte lettere. bisogna identificare il piedino numero 1. Se osserviamo il corpo dell'integrato, in uno dei due lati stretti ha una scanalatura, che collocheremo di fronte a noi verso il lato sinistro, in questo modo, guardandolo di fronte, il piedino 1 sarà il primo in basso a sinistra; contando a partire da qui tutta la fila in basso arriveremo alla numero 7 e saltando a quella di fronte ci sarà la numero 8 e le seguenti nella fila in alto, in modo che l'ultimo piedino, il primo di sinistra della parte superiore, sarà il piedino 14. Alcuni circuiti al posto di una scanalatura hanno un piccolo circolo leggermente sprofondato sull'estremità del piedino 1. Se osserviamo l'integrato e guardiamo lo schema della pagina seguente non avremo dubbi.

Distribuzione di terminali

Una volta che abbiamo imparato a localizzare ogni terminale dobbiamo andare allo schema interno dell'integrato per sapere a che cosa corrisponde ognuno di essi. In questo caso ci sono entrate e uscite di porte logiche e due terminali di alimentazione, uno che si deve collegare a 0 V, terminale 7, e l'altro a 9 V, terminale 14. Non si devono mai realizzare collegamenti alla cieca, senza disporre dello schema, perché oltre a perdere tempo, corriamo il rischio di distruggere la porta e l'integrato.

Preparazione

Per la prova dobbiamo disporre di "uno" e "zero" da applicare all'entrata di ogni porta e inol-

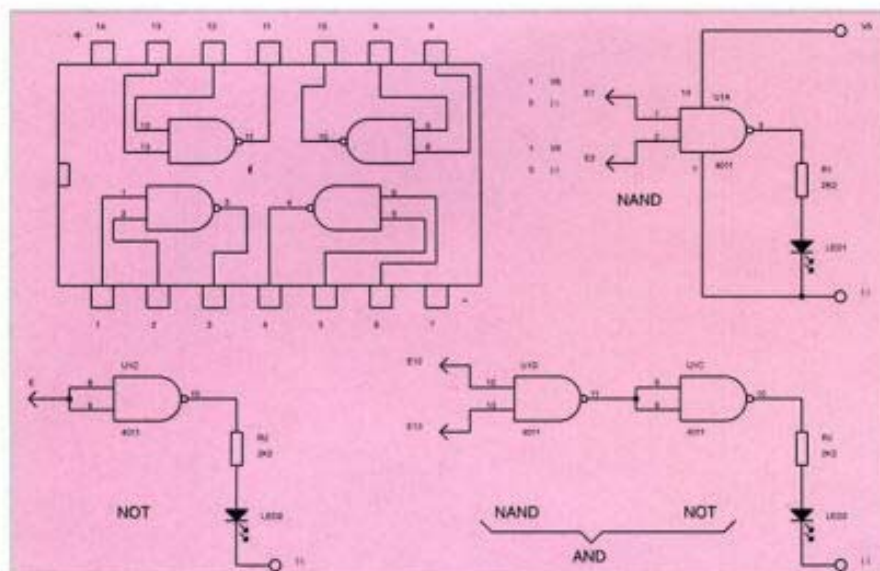
Quadrupla porta NAND

COMPONENTI	
U1	Circuito integrato 4011
R1, R2	Resistenza 2K2
LED1	Diodo LED verde
LED2	Diodo LED rosso

TAVOLA LOGICA
PORTA NAND

E1	E2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

tre dovremo verificare se l'uscita è "uno" o "zero" per le quattro possibili combinazioni all'entrata. Per applicare un "uno" all'entrata di una porta basta unirla all'alimentazione (+9V), segnata sulla piastra dei prototipi come V6, con un cavetto; al contrario se vogliamo applicare uno "zero" dobbiamo collegare il cavo al negativo dell'alimentazione, segnato sulla piastra come (-). Per verificare se all'uscita ci sia un "uno" o uno "zero" dovremo solo collegare all'uscita una resistenza di 2K2 in serie con un diodo LED, portando il catodo di quest'ultimo al negativo dell'alimentazione.

L'esperimento

Per provare l'integrato 4011 si inseriscono i suoi terminali nella piastra dei prototipi, in entrambi i lati di una delle fessure più larghe, si alimenta collegando il positivo di alimentazione, segnato (V69) sulla piastra, al piedino 14 del circuito integrato, e il negativo (-) al piedino 7.

Realizzazione pratica del circuito di prova della porta NAND e della porta AND.

Il piedino corto del diodo LED lo collegheremo al negativo (-) e la più lunga a una resistenza di 2K2 (rosso, rosso, rosso), l'altro estremo di questa resistenza si deve collegare all'uscita di ogni porta, cioè ai terminali 3, 4, 10 e 11. Mentre è collegato a una uscita si applica "uno" o "zero" a ogni entrata e si osserva lo stato dell'uscita, che se è "uno" si manifesta con l'illuminazione del diodo LED. Osserviamo la tavola logica per vedere se questo avviene.

Se non succede, l'integrato è guasto, oppure siamo noi che sbagliamo la prova. Ci assicureremo in ogni momento di applicare i due valori di entrata 1=9 V, segnato 6 V, oppure 0=0 V, segnato (-), nelle entrate, e mai in uscita, poiché potremmo danneggiare il circuito integrato.

Porta invertitore

Se uniamo le due entrate di una delle porte otterremo una porta invertitore (NOT). Se applichiamo "uno" all'entrata, il LED collegato all'uscita si spegnerà e viceversa.

Porta AND

La porta NAND è una porta AND+NOT, cioè, la porta AND con l'uscita invertita. Disponendo di una porta NAND, che unendo le due entrate diventerà una porta invertitore NOT, se la colleghiamo in serie con una NAND otterremo una AND. Possiamo collegarle di seguito e verificare la tavola logica di una porta AND.

Il codice binario

È il sistema di numerazione che utilizzano i circuiti e i sistemi digitali.

Tanto nelle funzioni logiche come nell'elettronica a grande scala, i valori ammessi sono solo due l'"1" e lo "0", da qui deriva il nome, perché bi=2. Nella parte logica si tende a lavorare con questi valori spaiati, ma nella digitale si raggruppano formando parole. Con il sistema binario possiamo rappresentare qualsiasi numero. Il modo di formare i numeri è uguale a quello del sistema decimale.

Il codice binario ammette solo due valori "1" e "0"

Con il sistema decimale possiamo rappresentare dieci numeri e se vogliamo rappresentare un numero superiore a 9, dobbiamo utilizzare due numeri. Nel sistema binario avendo due numeri diversi, possiamo solo rappresentare due numeri usando una cifra, se vogliamo rappresentare quattro numeri, dobbiamo usarne due. Se utilizziamo tre cifre, possiamo rappresentarne fino a otto e così via.

Raggruppando bits

Dunque potremo sapere in ogni momento quante cifre, chiamati anche bits, dobbiamo raggruppare per poter avere un numero di combinazioni diverse, basta applicare la regola:

N° di combinazioni = 2^n, essendo n = n° di bits.

Cioè ogni volta che si aggiunge una cifra si moltiplica per 2 la quantità di numeri che si possono rappresentare. In questo modo, con 8 bits, possiamo rappresentare 256 numeri e con 10 bits fino a 1.024. I raggruppamenti di bits si fanno sempre di 8, 16, 32 e 64 bits. L'unità di base è 8 bits, che è quella che forma 1 byte, e 16 bits è 1 word o parola. Questi valori sono i più standard perché sono quelli che utilizzano i microprocessori dei computer nei loro canali di dati e direzioni. La differenza fra un computer di 16 bits, come i vecchi AT, e altri di 32, come gli attuali, è che gli ultimi possono lavorare con raggruppamenti di bits (uno e zero) maggiori, per cui la loro potenza di calcolo è maggiore.

La stessa denominazione è quella che si utilizza nelle video-consolle di 32 o 64 bits.

Lavorando in binario

Con un raggruppamento di 4 bits avremo il doppio di possibili combinazioni che con 3. Dobbiamo dire che il bit collocato più a destra è denominato bit meno significativo. LSB (Least Signifi-

Il codice binario

Con quattro bits si possono rappresentare 16 numeri decimali, dallo 0 al 15. Il codice BCD si applica solo per quelli che corrispondono ai numeri decimali dallo 0 al 9.

cative Bit), mentre quello di sinistra è il più significativo, MSB (More Significative Bit). Se utilizziamo solo 4 bits, ma li abbiamo solo da 0 (0000) fino a 9 (1001), lo chiamiamo codice BCD.

Passo da binario a decimale

Per passare da binario a decimale si scrive il numero in binario e si mette sopra ogni cifra il suo peso corrispondente, cioè, quello situato più a destra ha peso 1, il seguente ha peso 2, e gli altri: 4, 8, 16, 32, 64 e così via. Si moltiplica ogni cifra per il peso e si sommano tutti i valori. Il numero decimale che rappresentano sarà la somma di tutti i pesi.
Per 100101
Pesi 32, 16, 8, 4, 2, 1
Moltiplicando ogni bit per il peso che gli corrisponde risulta:
32x1 + 16x0 + 8x0 + 4x1 + 2x0 + 1x1 = 37

BINARIO 4bits				
D	C	B	A	DECIMALE
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

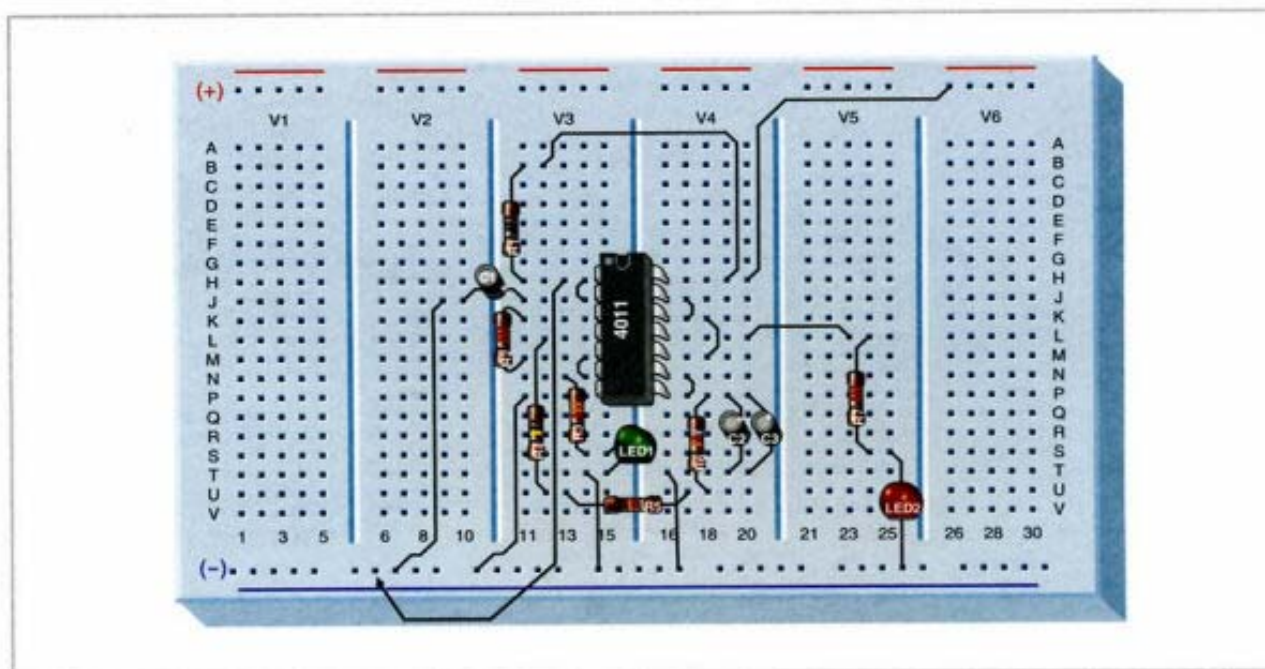
Conversione decimale-binario

Il passo da decimale a binario è simile. Dapprima ricordiamo i pesi per i 9 primi bits: 256,128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Se per esempio vogliamo convertire a binario il numero 218, dovremo dividerlo per i pesi cominciando dai numeri più grandi. Il bit che occupa il nuovo posto è uno "0", dunque 218 non si può dividere per 256. Passiamo a calcolare il bit numero 8, dividiamo 218 per 128 risulta "1" con un resto di 90, 90 si divide per 64 e risulta un "1" per il bit numero 7, con un resto di 26, andiamo a calcolare il bit numero 6, ma non potendo dividerlo per 32 risulta uno "0". Passiamo a calcolare il bit numero 5, dividiamo per 16, otteniamo un "1" con un resto di 10. Continuiamo a dividere e otterremo successivamente 1, 0, 1, e 0. Che scritto completo è 11011010. Verifichiamo con la nostra calcolatrice che non ci siamo sbagliati:
0x256+1x128+1x64+0x32+1x16+1x8+0x4+1x2+0x1 = 218.

BCD				
D	C	B	A	DECIMALE
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

Conversione di un numero binario in decimale, il peso di ogni bit dipende dalla sua posizione.

Temporizzatori con porte

I condensatori si utilizzano per introdurre ritardi nell'attivazione dei circuiti.

Questo tipo di temporizzazioni si utilizza per ottenere ritardi nella messa in moto di circuiti. Pensiamo per esempio a un circuito di allarme: è necessario prevedere un breve tempo per poter uscire dopo l'attivazione, e altrettanto per poter entrare e disattivarlo. Questi ritardi si possono ottenere con circuiti di temporizzazione molto semplici basati su una rete di ritardo RC, chiamata così perché è formata da una resistenza e un condensatore.

La porta non si attiva fino a che si avvicina il livello di tensione corrispondente a un "1" o a uno "0"

L'esperimento

Il circuito dell'esperimento ha due temporizzazioni basate su due reti RC e due LED testimoni della visualizzazione. Se colleghiamo l'alimentazione e lasciamo il circuito collegato per un tempo sufficiente, vediamo che il diodo LED 2 si illumina abbastanza in ritardo.

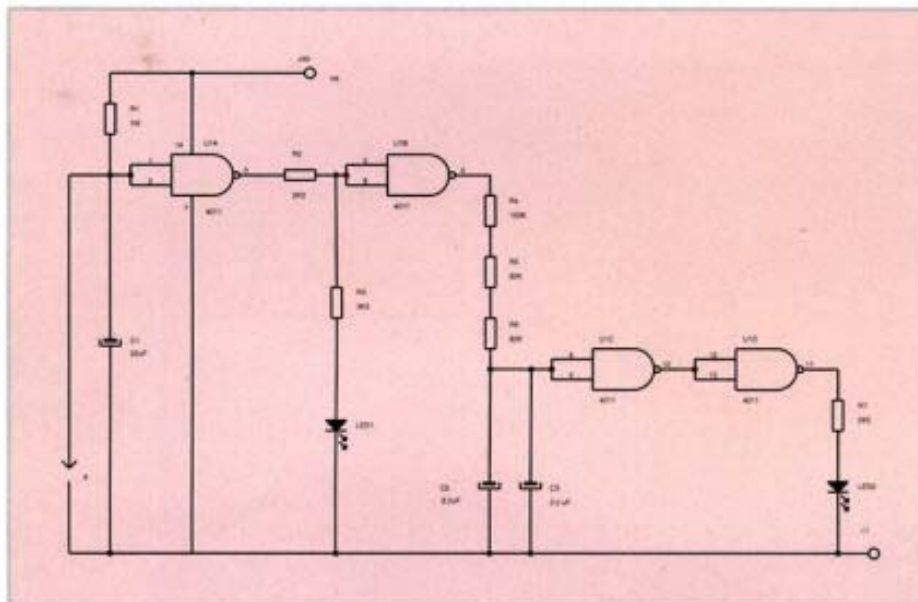
Il LED 1 sarà spento e il LED 2 acceso, questo sarà lo stato di riposo, cioè, il normale. Se ora mettiamo e togliamo un cavo fra i due terminali di C1, cioè, se facciamo un cortocircuito breve, scaricheremo questo e inizierà la temporizzazione.

Prima temporizzazione

Nel circuito abbiamo due temporizzazioni chiaramente differenziate. Vediamo la prima di queste. È formata dalla resistenza R1 e dal condensatore C1, la porta U1A. Il diodo LED 1 e la resistenza R3 hanno lo scopo di indicare l'uscita della porta. Quando colleghiamo il circuito all'alimentazione, il condensatore è scarico e inizia a caricarsi, aumentando la tensione ai suoi estremi attraverso la resistenza R1; la porta U1A avendo le sue entrate unite, agisce come invertitore, per cui se l'entrata è minore di 6,5 V la considera come "0" e nella sua uscita c'è un "1" (LED 1 illuminato). Quando la tensione supera i 6 V, è un "1" e l'uscita passa a zero (LED 1 spento). Per tornare a ripetere il procedimento, con l'alimentazione già collegata, dovremo mandare in cortocircuito gli estremi del condensatore per portare la sua tensione a 0 V e fargli cominciare di nuovo la carica o "temporizzazione".

Seconda temporizzazione

Una volta vista la prima temporizzazione, la seconda è esattamente uguale, però è concatenata, cioè, la carica dei condensatori C2 e C3 at-

Temporizzatori con porte

COMPONENTI	
R1	1M
R2, R7	2K2
R3	3K3
R4	100K
R5, R6	82K
C1	22µF
C2, C3	2.2µF
LED 1	LED rosso
LED 2	LED verde
U1	4011

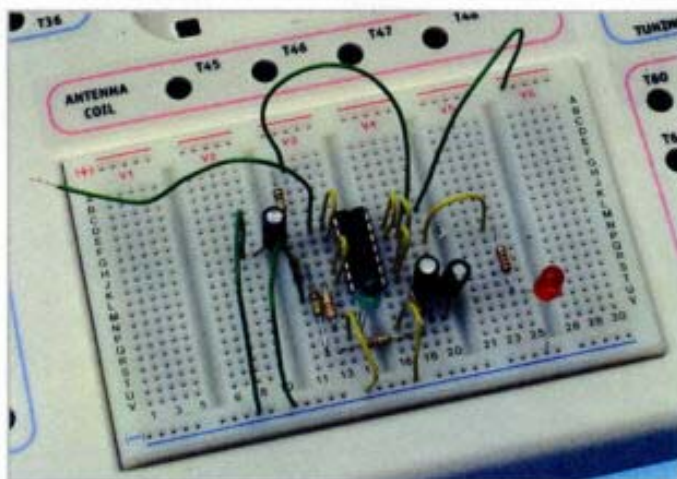
traverso le resistenze R4, R5 e R6 non inizierà fino a che nell'uscita di U1B, piedino 4, ci sarà un "1". Il diodo LED 2 di uscita ci indicherà quando la tensione che ha il condensatore è zero (LED spento) e quando raggiunge un "1" dopo la carica (LED illuminato). Quello che abbiamo appena detto può sembrare strano, ma se analizziamo il circuito vediamo che il segnale all'entrata di U1C, che è la tensione dei condensatori, si inverte con U1C e torna a invertirsi con U1D, quindi restiamo allo stesso livello dell'entrata.

Prove sperimentali

Una volta montato il sistema e provato il circuito possiamo fare alcuni esperimenti per prendere confidenza con i concetti e chiarire alcuni dubbi.

Così, per esempio, possiamo cambiare la resistenza R1 con una di 47K, manderemo in cortocircuito il condensatore e vedremo che diminuisce considerevolmente il tempo, riducendosi a poco più di 1s.

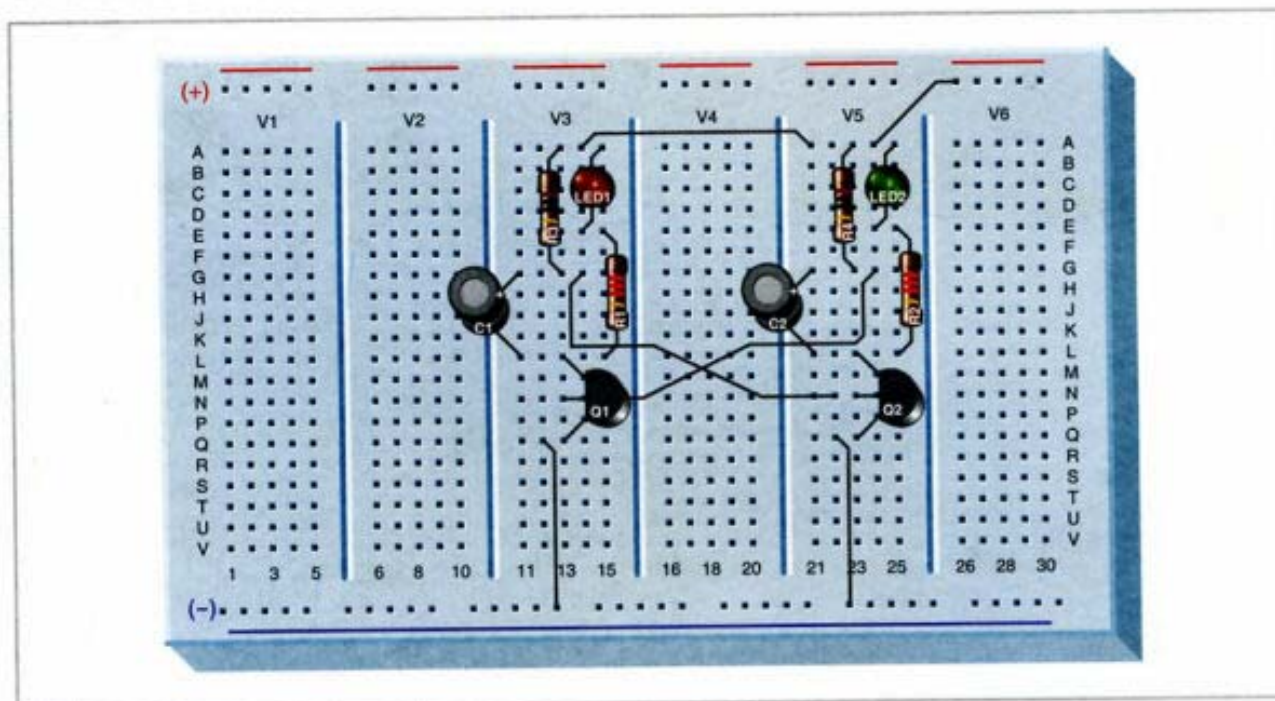
Lo stesso effetto di riduzione del tempo di temporizzazione si verifica se diminuiamo il condensatore da 22µF a 2.2µF.

In questo modo possiamo vedere i tempi che intercorrono da quando si esercita un'azione, in questo caso mandare in cortocircuito il condensatore, fino a che si produce l'effetto, in questo caso l'illuminazione del LED. Per esempio, questo montaggio ci sarebbe molto utile per temporizzare il tempo dal momento che entriamo in casa fino alla disattivazione dell'allarme. È una situazione normale, l'allarme entrerebbe in funzione all'apertura della porta e scatterebbe, il che non sarebbe gradevole, in questo modo lo possiamo controllare. Per provare che realmente il condensatore è l'anima dei circuiti temporizzati, quello che faremo è togliere i condensatori C2 e C3, in questo modo i diodi LED si illumineranno in modo opposto. Il circuito integrato si inserirà tenendo conto della sua scanalatura di orientamento. Bisogna che sia collocata verso la parte superiore della piastra. Se durante la prova non funziona niente, dobbiamo verificare in primo luogo tutti i collegamenti e lo stato delle pile, e poi tutte e ognuna della porte, così come abbiamo visto in un esperimento precedente.

La temporizzazione del circuito comincia dopo aver caricato il condensatore C1, quando si apre il collegamento segnalato con A nello schema.

CONTROLLO

4

Luci alternate

Il circuito controlla l'accensione alternata di due diodi LED.

Questo circuito è molto classico e ha due transistor che lavorano in interdizione o in saturazione: quando uno di essi è in interdizione, l'altro è in saturazione e viceversa.

Al momento, prima di spiegare quello che sono l'interdizione e la saturazione, semplifichiamo dicendo che quando il transistor è in stato di interdizione non fa passare corrente dal collettore all'emettitore, cioè, è come un interruttore aperto. Quando è in saturazione lascia passare la massima corrente che permette la resistenza del suo collettore, ossia, possiamo paragonarlo a un interruttore chiuso. La base è quella che controlla questo interruttore, quando la tensione di base è 0,6 V o più, l'interruttore si chiude, se è minore l'interruttore si apre. Questa spiegazione, a parte essere molto semplice, è sufficiente per capire il funzionamento del circuito dell'esperimento che realizzeremo in seguito.

La velocità con cui le luci cambiano dipende dai componenti scelti

Il circuito

Supponiamo che il transistor Q1 conduce e il transistor Q2 è chiuso (LED 1 illuminato e LED 2 spento). Il condensatore C1, che è unito alla base del transistor Q2, si carica attraverso R3, e quando la tensione nel punto di contatto fra i due supera gli 0,6 V, Q2 inizia a condurre e blocca il transistor Q1, che smette di condurre. Dunque il diodo LED 2 si illumina e il diodo LED 1 si spegne. Si ripete il procedimento per C2 che si carica con R4.

L'esperimento

Montiamo il circuito sulla piastra dei prototipi componente per componente, avendo cura di orientare bene i diodi LED, il terminale più lungo è l'anodo. I transistor BC548 devono essere collocati secondo il piano, perché ogni terminale deve occupare la sua posizione. L'insieme di fori della piastra dei prototipi, indicato come V6, corrisponde all'alimentazione di 9 V, quando le pile sono al loro giusto posto e cariche. Il negativo dell'alimentazione è segnato con (-) e corrisponde a tutti i punti della fila inferiore che sono collegati fra loro. Il circuito deve funzionare perfettamente dal primo istante, altrimenti bisogna rifare il montaggio seguendo lo schema. Ricordiamoci che i cinque punti di ogni tratto orizzontale sono collegati fra loro.

Luci alternate

COMPONENTI	
R1, R2	2K2
R3	1M
R4	100K
C1, C2	2.2µF
LED1	LED verde
LED2	LED rosso
Q1, Q2	BC548

I tempi

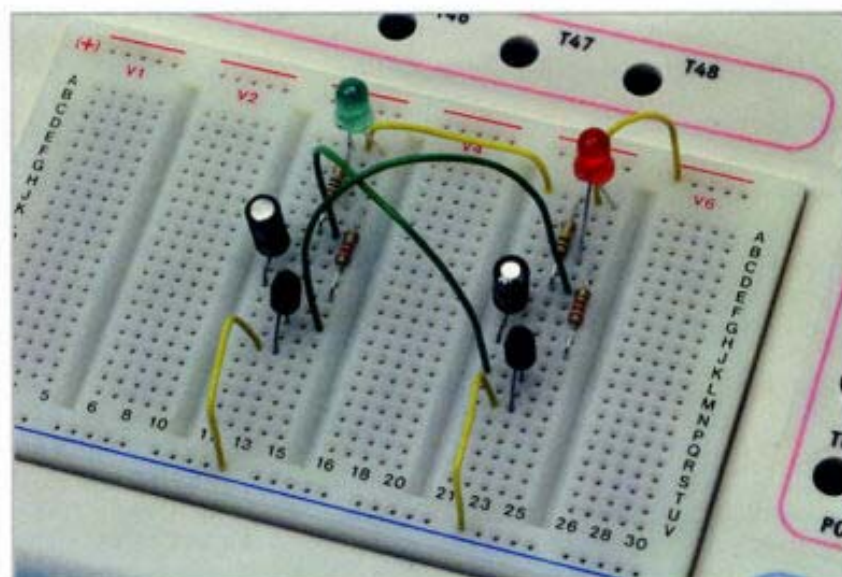
C'è una formula che ci dà approssimativamente il tempo che rimane acceso il diodo LED che è: per il LED 1 = 0,7xR3xC1 e per il diodo LED 2 = 0,7xR4xC2.

Andiamo a vedere quale effetto si produce se adesso cambiamo il condensatore C1 di 2,2µF con uno di 22µF, che è molto più elevato: come verificheremo il diodo verde si illumina per un tempo molto più lungo del diodo rosso.

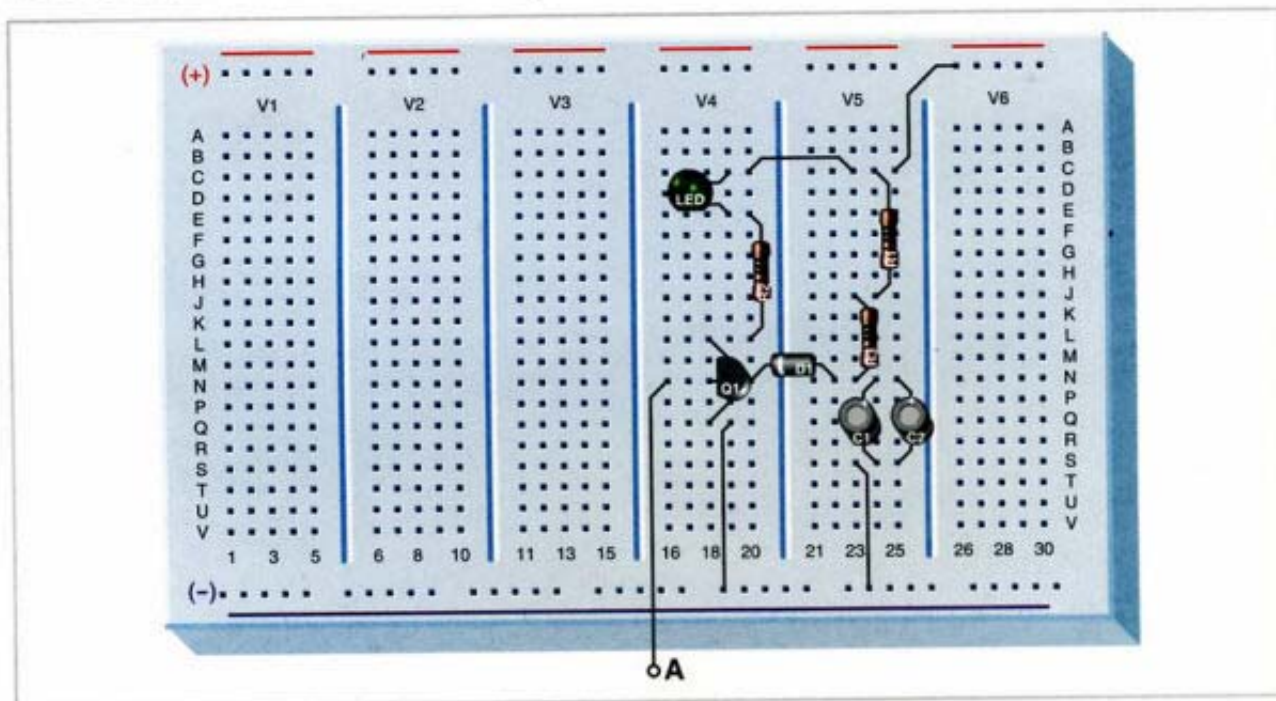
Abbassando la resistenza

Così come abbiamo visto con il condensatore, possiamo cambiare allo stesso modo con la resistenza e cambiamo, per esempio, R3=1M con una di 82K. Ora il diodo verde resta acceso molto meno tempo, cioè è più veloce o si accende e si spegne con maggior frequenza.

Eliminazione di un LED

Il circuito continua a funzionare se eliminiamo un diodo LED e lo sostituiamo con un diodo 1N4001, mantenendo la polarità, questo è, con la banda indicata nel corpo, che è il catodo, collegato alla resistenza R1. Vediamo che lampeggia solo il diodo LED 2 (rosso), ma il transistor Q1 continua a funzionare, altrimenti questo LED sarebbe spento o rimarrebbe sempre acceso. Per provare questo, toglieremo il diodo che abbiamo aggiunto e lasceremo il "circuito aperto", allora vedremo che il diodo ha smesso di lampeggiare, restando costantemente illuminato. Ma se al posto del LED, o del diodo col quale l'abbiamo sostituito, mettiamo un pezzo di cavo, cioè colleghiamo direttamente la resistenza R1 fra il collettore del transistor e V6, cioè quello di 9 V di alimentazione, il circuito torna a funzionare, circostanza che si manifesta col lampeggiare del diodo LED rosso.

Aspetto finale del montaggio funzionante e preparato per cambiare i componenti.

Temporizzatore con transistor

Si utilizza un transistor come commutatore temporizzato.

L'esperimento consiste nel ritardare l'accensione di un diodo LED. Per questo collocheremo un condensatore in parallelo con l'unione base-emettitore, questa tarda a caricarsi e pertanto a subire la tensione fra i suoi terminali. Fino a che la tensione non arriva a 0,6 V il transistor non conduce. Quando colleghiamo l'alimentazione, il transistor, che è chiuso, passa a condurre dopo un certo tempo, che è quello che serve per la carica del condensatore.

Il circuito

Il circuito è molto semplice, basterà che la tensione sia 0,6 V più positiva di quella dell'emettitore. In questo caso la resistenza R1 è quella che ci fornisce la corrente che entra attraverso la base, la tensione del condensatore deve raggiungere 0,6 V nell'esperimento A e 1,2 V nell'esperimento B. La corrente che circola attraverso la base sarà data dalla formula: Ib = (9V-0,6V)/R1.

Questa corrente è caratterizzata dall'avere sempre valori molto piccoli, microAmpere, o di alcuni milliAmpere nel caso di transistor di piccola potenza come quello qui utilizzato.

Per verificare lo stato di conduzione del transistor si colloca un diodo LED che ci indica quando il transistor passa allo stato di conduzione. La corrente che circola per il collettore è quella di base moltiplicata per il guadagno del transistor (b), che in questo caso è di 100 circa, secondo quanto indica il fabbricante.

> *Il transistor NPN conduce quando ha una tensione base/emettitore superiore a 0,6 V*

Temporizzazione

Tutto ciò che è stato detto nel punto precedente, cioè il funzionamento del transistor, succederà quando la tensione tra base/emettitore sarà di 0,6 V, il che non accadrà all'istante, ma man mano che il tempo passa e il condensatore si carichi a poco a poco con la corrente che passa attraverso la resistenza R1. Pertanto, finora abbiamo visto che per questa resistenza passava la corrente di base, il che è certo, però questa circola quando la corrente di carica del condensatore si va riducendo fino ad arrivare alla tensione finale di questo. Questo dispositivo, avendo un diodo (quello della base/emettitore) fra i suoi estremi, si può caricare solo fino a 0,6 V, in quel momento il condensatore comincia a caricarsi da 0V poco a poco, finché arrivando a 0,6 V attiva il transistor e mantiene la carica poiché ha

Temporizzatore con transistor

COMPONENTI	
R1	1M
R2	2K2
R3	100K
C1	22µF
C2	2.2µF
LED1	LED rosso o verde
D1	1N 4001
Q1	BC548

un diodo nei suoi estremi. Se non esistesse questo diodo, cioè se la rete R1-C1 fosse sola, il condensatore si caricherebbe fino alla tensione di alimentazione.

Aumento della capacità e della resistenza

Se montiamo il circuito (B) vediamo che abbiamo aggiunto soltanto una resistenza, R3, in serie con R1 e un condensatore, C2, in parallelo con C1. In questo modo abbiamo aumentato la resistenza e la capacità e, dunque, la temporizzazione, che è direttamente proporzionale al valore della capacità e della resistenza, cioè, quanto maggiore sia la resistenza o la capacità, maggiore sarà il tempo di temporizzazione, poiché la carica sarà più lenta.

Aumento della tensione di carica

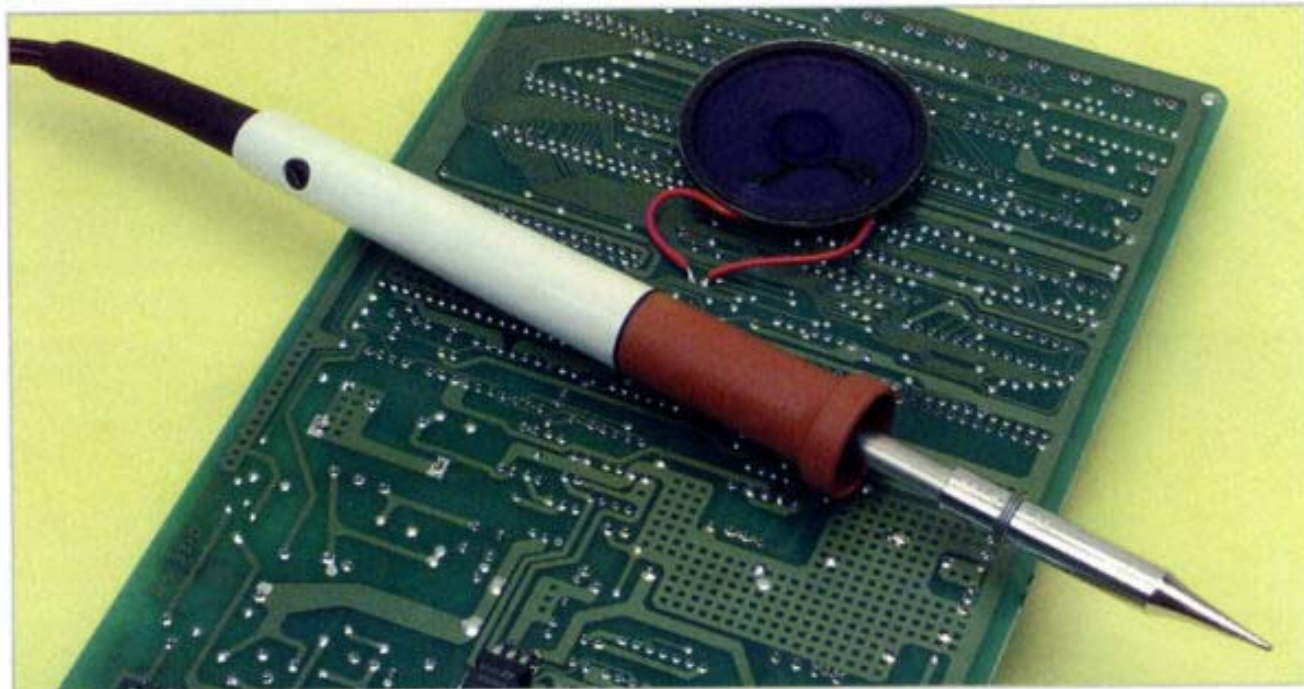
Nel montaggio (B) abbiamo un'altra modifica rispetto al montaggio (A) e cioè si aggiunge un diodo, D1, in serie con la base/emettitore del transistor, che è un altro diodo, per questo affinché conducano avremo bisogno di una tensione totale di 0,6+0,6 = 1,2 V. In questo modo il condensatore si caricherà fino a questa tensione, duplicando la precedente e perciò aumentando il tempo della temporizzazione fino a che il transistor conduca e si illumini il diodo LED.

Piastra dei prototipi per realizzare gli esperimenti di temporizzazione.

Precauzioni

In questo montaggio non possiamo cambiare la resistenza di base né quella del collettore (R2) a qualsiasi valore, dobbiamo tener presente i valori limite di potenza e intensità che il collettore può sopportare senza danneggiarsi. Come valori dobbiamo stare attenti a non oltrepassare la corrente di base intorno a 0,5 mA e la corrente del collettore di 50 mA, per tensioni di collettore/emettitore di 9 V.

La saldatura facile

La saldatura manuale con stagno è facile da imparare e da realizzare, basta seguire qualche suggerimento essenziale.

La saldatura con stagno oltre a essere facile è economica ed è la maniera di assicurare un buon contatto elettrico. Oltre a essere molto utile per gli affezionati all'elettronica è una tecnica che deve essere dominata da ogni persona che abbia manualità, e necessaria per chi è appassionato di bricolage, poiché è quasi obbligatoria in casa.

Gli attrezzi

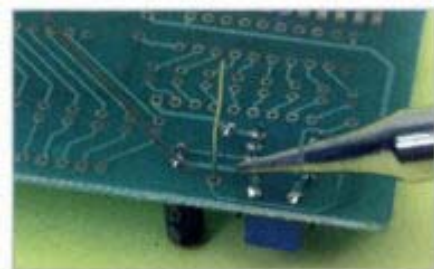
Per realizzare la saldatura con stagno abbiamo bisogno di un saldatore tipo matita di circa 30W di potenza e un po' di filo di stagno, che deve essere speciale per saldatura in elettronica, deve cioè avere al suo interno un'anima di resina che faciliti la saldatura e inoltre fonda alla temperatura adeguata. Questi elementi possono essere acquistati in qualsiasi negozio di elettronica. Lo stagno per saldature elettroniche non deve confondersi con quello che utilizzano gli idraulici, che può avere lo stesso aspetto, però è per altro tipo di saldature e inoltre richiede una temperatura più elevata.

La punta del saldatore si pulisce a caldo con una spugna bagnata di acqua, non si deve mai limare o grattare.

La teoria

La saldatura consiste nell'applicare una lega di metallo fuso, in questo caso la maggior parte è stagno, per realizzare l'unione meccanica ed elettrica fra i due conduttori, generalmente di rame o di rame stagnato. Oltre a scaldare il filo di stagno per fonderlo è necessario che le superfici del pezzo da saldare raggiungano una certa temperatura minima, perché lo stagno non si solidifichi al contatto con lo stesso, e le "bagni", cioè che lo stagno penetri nei suoi pori e al solidificarsi resti saldamente attaccato, oltre a facilitare la conduzione elettrica. Il calore si applica con la punta del saldatore, la temperatura deve essere intorno ai 300°C. La punta del saldatore si accosta ai pezzi da saldare poi si avvicina il filo di stagno; questo si fonderà e bisogna fare in modo che scorra bene e unisca i pezzi che devono essere tenuti insieme finché lo stagno si solidifica.

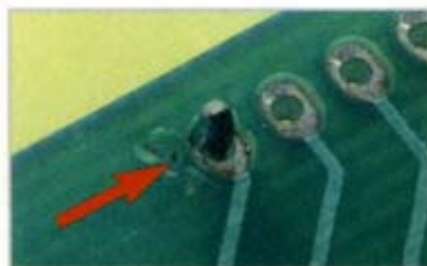
Bisogna utilizzare il filo di stagno adeguato.

La saldatura facile

Riscaldamento del terminale.

Fusione dello stagno.

Saldatura al circuito stampato.

Saldatura finita.

Taglio del terminale in sovrappiù.

Esempio di saldatura mal fatta.

Saldatura dei componenti

Il tempo di saldatura dipende dalle dimensioni del pezzo da saldare, nel caso in cui sia grande avrà bisogno di tempo per scaldarsi. C'è un caso molto frequente in cui i pezzi da saldare sono molto diversi, per esempio il sottile strato di rame di un circuito stampato e il terminale di una resistenza.

In questo caso si mette la punta del saldatore sul terminale della resistenza per scaldarlo, un istante dopo si accosta lo stagno e una volta fuso si avvicina al nodo del circuito stampato fino a che lo stagno scorra e sia ben unito, si lascia raffreddare la saldatura senza muovere la resistenza e si taglia la parte che fuoriesce dal circuito.

Pulizia

I circuiti stampati hanno le piste prestagnate e la saldatura si realizza senza alcuna difficoltà, però ci sono pezzi di rame che col tempo possono sporcarsi: normalmente basta grattare leggermente la superficie di contatto con carta vetrata. Il composto che c'è all'interno del filo di stagno facilita la saldatura nei casi in cui lo stagno forma una bolla, ma quando il pezzo si scalda fluisce e si può saldare. La formazione di bolle di stagno che non si stendono sulla zona da saldare è dovuta alla sporcizia o al fatto che non si è raggiunta la temperatura necessaria.

Dettaglio di saldatura di un cavo al terminale della pila.

La punta del saldatore

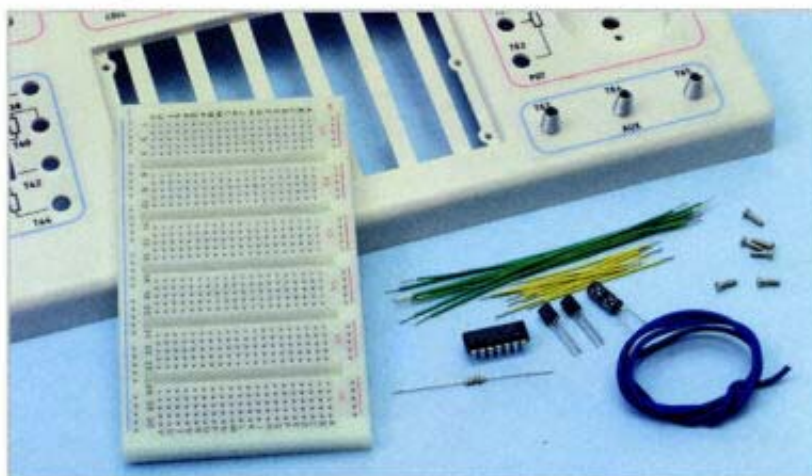
Le punte dei saldatori subiscono un trattamento superficiale che facilita l'aderenza dello stagno, pertanto non devono mai essere limate o passate con la carta vetrata. La punta del saldatore di solito si macchia a causa dell'accumulo dei resti di resina che lo stagno ha al suo interno. Quando è caldo si pulisce facilmente se si passa leggermente una spugna bagnata con acqua (i supporti del saldatore comprendono una spugna per questo motivo), si può anche utilizzare un panno di cotone umido.

Questa operazione si deve fare in modo molto veloce, e, attenzione!!, sia la spugna che il panno devono essere appoggiati su un pezzo di metallo, mai tenuti in mano. Tantomeno si deve lasciare il saldatore acceso sopra qualsiasi luogo, né alla portata di bambini o altre persone che incidentalmente possano toccarlo; quando non si usa deve essere staccato.

Piastra per prototipi

La piastra per prototipi e il suo collegamento alle pile

MATERIALI

1. Piastra prototipi
2. Viti (6)
3. Cavo azzurro di collegamento

1 La piastra per prototipi facilita la realizzazione di un gran numero di esperimenti. La fila inferiore, indicata (-), si collega al negativo delle pile. La fila superiore è divisa in sei tratti, indicati come V1, V2, V3, V4, V5 e V6, che si collegano rispettivamente ai contatti intermedi delle pile, ottenendo le tensioni di 1.5, 3, 4.5, 6, 7.5 e 9 V.

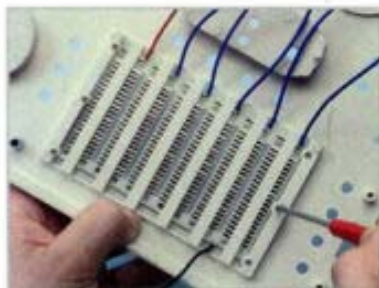
Trucchi

I cavi devono unirsi sotto la piastra ai terminali che si indicano, e si devono tagliare alla seguente lunghezza: nero (-) (37 cm), azzurro V1 (21 cm), azzurro V2 (19 cm), azzurro V3 (19 cm), azzurro V4 (22 cm), azzurro V5 (19 cm) e rosso V6 (28 cm). Prima di saldarli bisogna predisporre la piastra, invertire il pannello frontale e segnare sullo stesso con un oggetto appuntito le zone di saldatura, che sono quelle che si vedono e non restano coperte.

2 Dettaglio dei collegamenti interni della piastra.

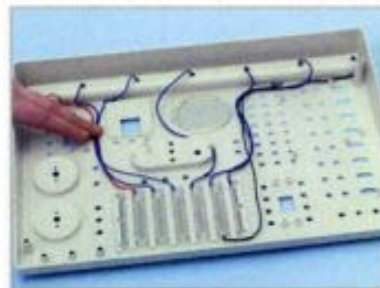
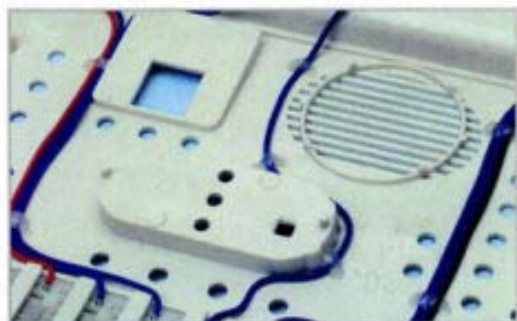
Il cavo giallo si taglierà in 8 pezzi di circa 5 cm, e il verde in altri 8 pezzi di circa 10 cm di lunghezza. Si utilizza un colore per ogni lunghezza perché facilita il montaggio. Si peleranno alle estremità, utilizzando le punte della apposita forbice, tenendola leggermente aperta in modo da formare un angolo molto acuto, si introduce il filo circa 5 mm e si tira indietro allo stesso tempo premendo il cavo nell'angolo formato dalle forbici.

Piastra per prototipi

3 I cavi di collegamento dell'alimentazione si saldano nella parte posteriore della piastra. Le saldature devono essere su un lato, per permettere alla piastra di appoggiarsi nei rinforzi del suo scomparto.

4 Introdurre ogni cavo nel vano del pannello frontale che abbiamo di fronte. Girare l'insieme mentre si tiene ferma la piastra predisponendo le 6 viti, senza forzarle.

5 Ritirare i terminali dal portapile e togliere ogni cavo dal foro che è sotto ognuno di essi, seguendo lo stesso ordine che hanno nella piastra dei prototipi. Da sinistra a destra: nero, cinque azzurri e rosso.

6 I cavi devono separarsi dalla cassa per evitare di danneggiarla con il saldatore. Si può stagnare precedentemente la zona di saldatura dei terminali del portapile e la punta dei cavi, che devono essere pelati per circa 5 mm.

7 Verificare che ogni cavo sia ben collegato, cioè, saldato nello stesso ordine che nella piastra, e che il negativo vada alla fila inferiore. I terminali di contatto per le pile si inseriscono a pressione.

8 I cavi si distribuiscono in modo ordinato all'interno, lasciando un giro di cavo rosso per poter realizzare i collegamenti del connettore di alimentazione.

9 I cavi vanno fissati in alcuni punti, procurando di lasciar liberi i fori per le molle di contatto. Si può utilizzare silicone di uso corrente, che asciuga all'aria in poche ore.

10 L'apparecchio dispone già della sua piastra principale e di alimentazione. È pronto per fare esperimenti con i componenti disponibili.